



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 18 052 A 1**

⑥ Int. Cl. 7:
H 02 K 29/08

⑲ Aktenzeichen: 101 18 052.7
⑳ Anmeldetag: 11. 4. 2001
㉔ Offenlegungstag: 17. 10. 2002

DE 101 18 052 A 1

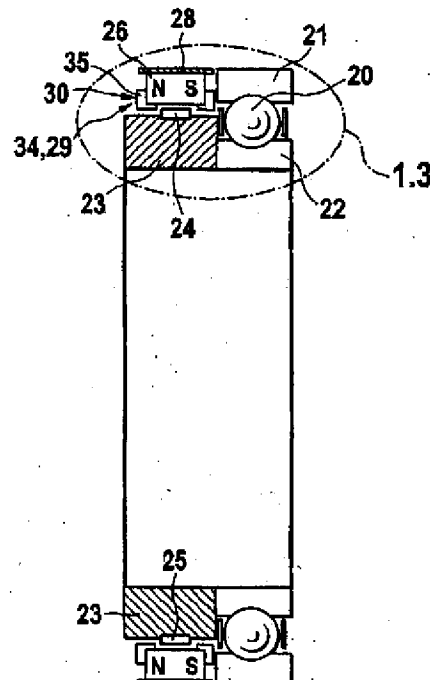
⑦ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑧ Erfinder:
Dukart, Anton, 70839 Gerlingen, DE; Blossch, Georg,
71711 Murr, DE; Paweletz, Anton, 70736 Fellbach,
DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Verfahren und Vorrichtung zur Drehlagerfassung einer elektrischen Drehfeldmaschine

⑥ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Drehlagerfassung an einer elektrischen Drehfeldmaschine (1), die auf elektronischem Wege kommutierbar ist, mit einem einen Rotor (22) aufnehmenden Rotorträger (12) und einer innerhalb eines Gehäuses (3) drehfest angeordneten Ständerwicklung (15, 16). Dem Rotorträger (12) ist ein magnetisierbares Ringelement (26) zugeordnet, welches mit drehfest angeordneten Sensorelementen (24, 25) z. B. magnetoresistiven Sensoren oder Hall-Sensoren zusammenarbeitet, die den Induktionsverlauf (30, 31) erfassen. Aus der periodisch erfolgenden Ummagnetisierung der Sensorelemente (24, 25) werden um einen elektrischen Winkel relativ zueinander verschobene Signale beider Sensorelemente (24, 25) ermittelt.



DE 101 18 052 A 1

Technisches Gebiet

[0001] Als Antriebseinheiten für elektromechanische Aktuatoren in der Automobilindustrie werden zunehmend elektronisch kommutierbare Motoren verwendet. Um die geforderten Momente, Stellkräfte sowie die geforderten Positionierungsgenauigkeiten zu erzielen sowie den dynamischen Eigenschaften solcher kommutierbarer elektrischer Drehfeldmaschinen Rechnung zu tragen, ist eine genaue Winkellageerkennung solcher elektrischer Drehfeldmaschinen erforderlich. Die Winkellageerkennung basiert auf der Abtastung der Winkellage der Motorwelle mit Hilfe einer Zusatzeinrichtung, die am Motorflansch eingebaut wird und für die anspruchsvollen Positionierantriebe meistens separat gelagert oder in die elektrische Drehfeldmaschine integrierbar ist.

Stand der Technik

[0002] Aus DE 195 03 492 ist eine Vorrichtung zum Antrieb und zur Lagebestimmung eines Stellsystems bekannt geworden. Gemäß dieser Lösung ist ein Steilsystem vorgesehen, bei dem eine Verstellung mit Hilfe eines Reluktanzmotors erfolgt. Durch Auswertung der stellungsabhängigen Induktivitäten des Motors kann unter Einsatz des Beobachterprinzips ohne zusätzlichen Sensor laufend die Position ermittelt werden. Der Antrieb übernimmt hier gleichzeitig die Funktion eines Sensors. Durch die Verwendung eines von der zugehörigen Leistungselektronik unabhängigen Induktivitätsmeßverfahrens haben die Schwankungen in der Versorgungsspannung keinen Einfluß auf die Genauigkeit der Positionserfassung der elektrischen Maschine. Diese Möglichkeit der Positionserfassung ist jedoch an den Einsatz eines Reluktanzmotors als elektrische Drehfeldmaschine gekoppelt; werden andere Antriebsmotoren eingesetzt, erfolgt deren Positionserfassung durch magnetische, elektromagnetische, magnetoresistive, kapazitive oder optische Sensoren. Bei der Lösung gemäß DE 195 03 492 sind bei hochpoligen Hohlwellenmaschinen die Induktivitäten zu sehr von den Fertigungstoleranzen abhängig. Ferner stehen bei einer mit hoher Taktfrequenz am Antrieb integrierten Ansteuerungsstörungen bei der Induktivitätsmessung zu erwarten z. B. durch die kapazitiven Kopplungen.

[0003] Werden als elektrische Drehfeldmaschine Hohlwellenmotoren eingesetzt, kommen in der Regel Hohlwellen-Inkrementalgeber, Hohlwellen-Resolver oder elektromagnetische Abtastungsermittlung der magnetischen Reluktanz z. B. Magnetzahnäder zum Einsatz.

[0004] Bei elektromagnetischen Aktuatoren wird die elektrische Energie über zwischengeschaltete Übersetzungs- bzw. Getriebestufen in mechanische Energie, z. B. in eine translatorische Bewegung umgewandelt. Dabei kann der mechanische Kontakt zur Motorwelle der elektrischen Drehfeldmaschine versperrt sein, da die Motorwelle in der Mitte des elektromechanischen Aktuators vollständig umbaut und daher nicht zugänglich ist. Zwar ist der Kontakt zu rotierenden bzw. sich linear bewegenden Teilen vorhanden, aber es hat bereits eine Getriebeübersetzung oder eine translatorische Bewegung stattgefunden, z. B. mittels einer Kugelgewindespindel. Angesichts der Anforderungen an die Regelung bzw. die Dosierung einer Axialkraft, sind die sich aus dieser Art der Abtastung ergebenden Winkelfehler nicht zulässig, die sich insbesondere aus zwangsläufig vorhandenem Spiel zwischen den eingebauten mechanischen Komponenten, sowie den Biege- oder Torsionssteifigkeiten der mechanischen Bauteile ergeben.

[0005] Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung ergibt sich die Möglichkeit, an als Hohlwellenmotoren konfigurierten elektrischen Drehfeldmaschinen eine preiswerte, einfach herzustellende, jedoch hochgenaue Positionserkennung bereitzustellen, bei der ohne direkten mechanischen Kontakt mit der Welle, deren Drehlageposition exakt zu bestimmen ist, sich eben diese bestimmen läßt. Durch die Zuordnung zweier einander um exakt $1/4$ der Aufmagnetisierungspolteilung (entsprechend 90°) elektrisch versetzter Sensorelemente im Gehäuse, seien es magnetoresistive Sensoren oder Hall-Sensoren, kann die Positionserfassung berührungslos durch die Erfassung der magnetischen Induktion ermittelt werden, so daß die mit Toleranzen oder mit Spiel behaftete Messung der Winkellage der elektrischen Drehfeldmaschine über mechanische Komponenten umgangen werden kann. In vorteilhafter Weise können die am Motorlager z. B. untergebrachten, einander gegenüberliegend positionierten Sensorelemente mit einer Abschirmung versehen werden, in welcher sich die magnetischen Linien des Streufeldes des Motors konzentrieren, ohne die resultierenden Analogsignale der magnetoresistiven Sensorelemente oder der Hall-Sensoren zu verfälschen.

[0006] Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung läßt sich eine Verbesserung der Erfassungsgenauigkeit der Drehlageposition der elektrischen Drehfeldmaschine erzielen. Die Positionsfehler sind dabei nur auf die Polteilung der elektrischen Maschine bezogen und so ausgelegt, dass sie nur einen Bruchteil (z. B. $1/200$) dieser Polteilung betragen. Dies ist besonders dann von Bedeutung, wenn die hinsichtlich ihrer Drehlageposition zu überwachende elektrische Drehfeldmaschine als Hochmomentmotor arbeitet, dem nur eine geringe mechanische Übersetzung nachgeschaltet ist. Solche elektrischen Drehfeldmaschinen weisen in der Regel eine relativ große Polzahl auf, so daß sich der Einsatz der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung anbietet, um zu verhindern, daß elektrisch betätigbare Fensterflächen, Schiebedächer oder dergleichen aufgrund unzureichend genauer Positionserfassung der Antriebswelle der dieser zugeordneten elektrischen Drehfeldmaschine nur unzureichend in ihre entsprechenden Schließstellungen gefahren sind.

[0007] Vorteilhafterweise kann insbesondere die Polzahl des Sensors der Polzahl des Motors angepaßt werden, z. B. bei einem 24-poligen Motor ($2p = 24$) wird auch die Polzahl des Sensorringes 26, $2p = 24$ betragen. Die analogen Sensorsignale, mit denen eine genaue Positionsbeschreibung (Winkellage des Rotors) innerhalb einer Polteilung möglich ist, können zusätzlich als Basis für die Motoransteuerung benutzt werden (z. B. als Referenzkurven für den Stromregler). Gleichzeitig kann die magnetische Achse des Rotors in einer definierten Weise die magnetische Achse des Sensorringes decken. Dies würde bedeuten, daß z. B. das Erreichen des zeitlichen Maximums des Sinus-Sensorsignals (Sensorelement 24) genau der bestimmten Position der Achse eines der Rotorpole bezüglich eines entsprechend ausgewählten Referenzpunktes am Stator entspricht. Die Polzahl des Sensors kann der Polzahl des Motors gleich sein oder ein Vielfaches der Motorpolzahl darstellen; Durch eine entsprechende Ausrichtung des Sensorringes (26) zusammen mit den Jochelementen 35 an der Symmetrieachse eines der Rotorpole, wird innerhalb einer Motor-Polteilung eine eindeutige Rotorlageerfassung realisierbar (ohne daß eine zusätzliche elektronische OffsetsEinstellung notwendig wird).

[0008] Wird das magnetische Ringelement in unmittelbarer Nähe zum Lager des Rotorträgers angeordnet oder in das Lager integriert, hat dies den Vorteil, daß aufgrund der geringen Toleranzen im Lager, die Sensorelemente räumlich

sehr nah an dem magnetische Ringelement angeordnet werden können, ohne daß sie dasselbe berühren. Dieser minimale Spalt zwischen Sensoren und magnetischem Ringelement erhöht den Wirkungsgrad des Sensorsystems und ermöglicht dadurch eine exaktere Drehlagerfassung. Der gute thermische Kontakt des Lagers zum Gehäuse garantiert einen Schutz vor übermäßiger Erwärmung der Sensorelemente und einer damit verbundene Abhängigkeit des Sensorsignals. Außerdem sind die Lager baulich bedingt gut von Störfeldern der elektrischen Wicklungen abgeschirmt. Diese Vorteile der lagernahen Sensoranordnung bewirken eine äußerst geringe Störanfälligkeit der Sensorsignale und ermöglichen deshalb eine zuverlässige, exakte, hoch aufgelöste Detektion der Drehlage des Rotors.

Zeichnung

[0009] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

[0010] Es zeigt:

[0011] Fig. 1.1 einen Schnitt durch einen Aktuator mit einem Antrieb von einer zylindrischen Drehfeldmaschine und Konvertierung der Rotation in eine lineare Bewegung mit einem konzentrischen Getriebespiendelsatz,

[0012] Fig. 1.2 eine detaillierte Darstellung des Motorlagers der elektrischen Drehfeldmaschine,

[0013] Fig. 1.3 eine vergrößerte Wiedergabe der am Motorlager aufgenommenen Sensorelemente,

[0014] Fig. 2 den Verlauf der axialen Komponente der Induktion im Spalt zwischen Magnetring und Sensoren,

[0015] Fig. 3.1 einen magnetischen Sensoring mit durch die Sensorelemente zu detektierenden Verlauf der magnetischen Induktion (Bfz) und

[0016] Fig. 3.2 einen vergrößert wiedergegebenen Ausschnitt mit eingezeichneten Winkelteilungen τ aus einem segmentweise magnetisierten Sensorring.

Ausführungsvarianten

[0017] Aus der Darstellung gemäß Fig. 1 geht ein Schnitt durch eine als konzentrische, elektrischer Hohlwellenmotor beschaffene elektrische Drehfeldmaschine näher hervor.

[0018] Die in Fig. 1 im Schnitt dargestellte bürstenlose elektrische Drehfeldmaschine 1 (BLDC) ist als ein Hohlwellenmotor konfiguriert. Ein in gestrichelter Linienführung dargestelltes Verschlußteil 2 verschließt einen hier nur schematisch wiedergegebenen Abtrieb 4, welcher seinerseits drehfest an einem auf einer Gehäusehohlwelle 13 rotierenden Rotorträger 12 aufgenommen ist. Die als Hohlwellenmotor konfigurierte elektrische Drehfeldmaschine 1 gemäß der Darstellung in Fig. 1.1 umfaßt eine Spindel 5, die einen Lagerzapfen 6 enthält. Zwischen dem Lagerzapfen 6 und der diesen umgebenden Spindelhülse sind als Kugelsegmente gemäß der Darstellung in Fig. 1.1 beschaffene Lagerkörper 7 aufgenommen. Die Spindelhülse 8 stützt sich mittels eines Axiallagers 9 an einem Bund ab, der an der Gehäusehohlwelle 13 ausgebildet ist. An der Außenseite der den Lagerzapfen 6 umgebenden drehbar auf diesen aufgenommenen Spindelhülse 8 ist ein Radiallager 10 aufgenommen, welches sich seinerseits an der Innenseite der Gehäusehohlwelle 13 abstützt. Die Gehäusehohlwelle 13 ihrerseits ist Teil des Gehäuses 3 der elektrischen Drehfeldmaschine 1.

[0019] Auf der Gehäusehohlwelle 13 ist ein Rotorträger 12 drehbar aufgenommen. Der Rotorträger 12 stützt sich einerseits auf dem Außenring eines Motorlagers 19 ab und ist andererseits von einem Radiallager 11 unterstützt, welches mit einem Freistich an der Gehäusehohlwelle 13 aufgenom-

men ist. An der Gehäusehohlwelle 13 ist darüber hinaus auch ein ringförmig konfiguriertes Aufnahmeelement 23 drehfest aufgenommen, an welchem in Fig. 1.1 nicht näher dargestellte die Drehlageerkennung ermöglichende Sensorelemente gehalten sind. An der Innenwandung des Rotorträgers 12 im Bereich des Motorlagers 19 ist gemäß der Darstellung in Fig. 1.1 ein magnetisierbarer Sensorring 26 aufgenommen.

[0020] Der drehbar mittels der Lager 19 bzw. 11 auf der Gehäusehohlwelle 13 aufgenommene Rotorträger 12 trägt an seiner Außenseite einerseits den Rotor 14 der elektrischen Drehfeldmaschine 1. Gehäuseseitig ist dem Rotor 14 ein Ständer 15 zugeordnet, der drehfest an einem ringförmigen Bereich des Gehäuses 3 der elektrischen Drehfeldmaschine 1 gehalten ist. Dem Ständer 15 ist eine Ständerwicklung 16 zugeordnet, während Anschlüsse mit Bezugszeichen 17 gemäß der Darstellung in Fig. 1.1 bezeichnet sind. Zwischen Ständer 15 und dem Rotor 14 – ausgebildet vorzugsweise als Blechpakete – ist ein Motorluftspalt 18 ausgebildet, in welchem die elektrischen Kräfte zwischen den Ständer 15 bzw. der Ständerwicklung 16 sowie dem Blechpaket des Rotors wirksam werden.

[0021] Aus der Darstellung gemäß Fig. 1.2 geht eine detailliertere Darstellung des Motorlagers der elektrischen Drehfeldmaschine hervor.

[0022] In Fig. 1.2 ist das auf der Gehäusehohlwelle 13 drehfest angeordnete sich ringförmig um diese erstreckende Aufnahmeelement 23 herausgezeichnet. An der dem magnetisierbaren Sensorring 26 zuweisenden Seite sind einander um exakt $1/4$ der Aufmagnetisierungspolteilung (entsprechend 90°) elektrisch versetzte Sensorelemente 24, 25 aufgenommen. Alternativ könnte ein zusätzliches Paar solcher Sensorelemente auf der gegenüberliegenden Seite um 180° versetzt angeordnet werden. In diesem Falle könnte man eventuelles Radialspiel der Lager ausgleichen. Bei dieser alternativen Lösung sollte das resultierende Signal von beiden Sensorpaaren 24, 25 separat ermittelt werden und als Mittelwert weiter verarbeitet werden können. Die Sensorelemente 24 bzw. 25 können einerseits als magnetoresistive Sensorelemente beschaffen sein; bei den Sensorelementen 24 bzw. 25 kann es sich ebenso um Hall-Sensoren handeln. Der Sensorring 26 ist seinerseits von einem Abschirmring 28 umschlossen, welcher mit seiner Außenseite gemäß der Darstellung in Fig. 1.1 an der Innenseite des Rotorträgers 12 anliegt. Neben dem ringförmig sich erstreckenden Aufnahmeelement 23 ist das Motorlager 19 dargestellt, welches einen Innenring 22 sowie einen Außenring 21 umfaßt, zwischen denen ein hier kugelförmig ausgebildeter Wälzkörper 20 aufgenommen ist.

[0023] Aus der Darstellung gemäß Fig. 1.2 nur beschränkt entnehmbar, jedoch durch die Bezugszeichen 29 bzw. 34 angedeutet, ist der magnetisierbare Sensorring 26 in einzelne Segmente 27 unterteilt. Die weichmagnetischen Elemente 35 mit Aussparungen 35' haben die Aufgabe, das resultierende mehrpolige Axialfeld so zu gestalten, das die Induktion im Bereich der Sensoren 24, 25 sinusoidal verläuft. Die Periode der Aussparungen 35' entspricht deshalb der Periode der Magnetisierung des Magnetringes 30 bzw. 33.

[0024] Der magnetisierbare Sensorring 26 ist seinerseits durch sich in axiale Richtung, d. h. parallel zur Symmetrielinie der elektrischen Drehfeldmaschine 1 erstreckende axiale Aussparungen 35' durchzogen. Neben der in Fig. 1 wiedergegebenen Darstellung eines feststehenden, innen liegenden Aufnahmeelementes 23 mit außen angebrachten Sensorelementen 24 und 25 mit einem außen umlaufenden Sensorring 26 wäre auch denkbar, ein feststehendes, außen liegendes Aufnahmeelement 23 vorzusehen, mit innen angebrachten Sensorelementen 24 und 25 in Kombination mit

einem innen umlaufenden Sensorring 26. Weiterhin wären Ausführungsvarianten denkbar für eine stirnseitige Anordnung, mit einer um 90° gedrehten Anordnung. Daneben sind Drehungen der Anordnungen denkbar, die mehr oder weniger als 90° umfassen, so dass die Sensorelemente 24, 25 jeweils auf einem Kegelmantel aufgenommen sind.

[0025] Aus der in vergrößertem Maßstab wiedergegebenen Fig. 1.3 geht eine Detailansicht der am Umfang des aufgenommenen Sensorelementes hervor.

[0026] Das ringförmig sich um die Gehäusehohlwelle 13 drehfest aufgenommene, erstreckende Aufnahmeelement 23 umfaßt zwei einander um exakt 1/4 der Aufmagnetisierungspolteilung (entsprechend 90°, $\tau = 1 = 360^\circ$) elektrisch versetzte Sensorelemente 24, 25, von denen gemäß der Darstellung in Fig. 1.3 lediglich eines wiedergegeben ist. Mit Bezugszeichen 30 ist der sich einstellende Verlauf der magnetischen Induktion gekennzeichnet, welcher zu einer Wechselummagnetisierung eines beispielsweise als magneto-resistives Sensorelement ausgebildeten Sensors 24 führt und den elektrischen Widerstand des Sensorelementes 24 beeinflusst, vorausgesetzt es handelt sich um ein magneto-resistives Sensorelement. Die vom Streufeld der elektrischen Drehfeldmaschine 1 ausgehenden magnetischen Linien werden bevorzugt von einem ringförmig konfigurierten Abschirmelement 28 aufgenommen, welches den magnetisierbaren Sensorring 26 umschließt.

[0027] Aus Fig. 2 geht in schematischer Darstellung der sich im Sensorring ausbildende Verlauf 30 bzw. 33 der magnetischen Induktion von N nach S näher hervor. Die den Verlauf der magnetischen Induktion charakterisierten Linien laufen einander entgegen (vergleiche Darstellung gemäß Fig. 3.2).

[0028] Gemäß der Wiedergabe in Fig. 2 ist der magnetisierbare Sensorring 26, der am um das Aufnahmeelement 23 rotierende Rotorträger 12 an dessen Innenseite befestigt ist, in einzelne Segmente 27 unterteilt. Die Segmentteilung (vergleiche Darstellung gemäß Fig. 3.1) ist mit Bezugszeichen 31 bezeichnet. Die einzelnen Segmente 27 des segmentweise magnetisierbaren Sensorringes 26 sind durch sich in axiale Richtung erstreckende Aussparungen 35' unterteilt. Anstelle eines magnetisierbaren Sensorringes 26, der in einzelne Segmente 27 unterteilt ist, kann ein monolithischer Magnetring wechselweise aufmagnetisiert werden.

[0029] Fig. 3.1 zeigt einen segmentweise magnetisierbaren Sensorring mit durch die Sensorelemente zu detektierenden Verlauf der magnetischen Induktion (Bs).

[0030] Aus der Darstellung gemäß Fig. 3.1 geht hervor, daß die magneto-resistiven, als Sensorelemente 24 bzw. 25 fungierenden Sensoren sich zueinander um exakt 1/4 der Aufmagnetisierungspolteilung τ (entsprechend 90°) elektrisch versetzt zueinander befinden. Bevorzugt entspricht die Winkelentfernung 32 genau einem Viertel der Polteilung 31. Die Polteilung 31 des magnetischen Sensorringes 26, d. h. die Anordnung von N-Segmenten 27 bzw. S-Segmenten 27 entspricht vorzugsweise der Polpaarzahl der elektrischen Drehfeldmaschine 1. Die Aufmagnetisierung der magnetisierbaren Sensorringe ist so abgestimmt, daß der Induktionsverlauf 30 im Spalt zwischen der Innenseite des magnetisierbaren Sensorringes 26 und der Außenseite des gehäusefest angeordneten Aufnahmeelementes, welches die Sensorelemente 24 bzw. 25 aufnimmt, in axiale Richtung möglichst homogen ist. Wird die Polarität gewechselt, ändert sich die Induktion periodisch näherungsweise bevorzugt sinusoidal mit den rotatorischen Bewegungen der beweglichen rotierenden Bauteile d. h. des an der Innenwandung des Motorträgers 12 aufgenommenen segmentierten Sensorringes 26. Durch die ferromagnetischen Jochelemente 29, die die Aussparungen 35' umfassen, wird der Ver-

lauf der axialen Komponente der Induktion geformt, insbesondere zu den Sensorelementen 24, 25 hin gebündelt. Durch entsprechende Einstellung der geometrischen Form dieser sich in axialer Richtung erstreckenden Aussparungen 35' in Abstimmung mit dem Feld der Sensorelemente 24 bzw. 25 läßt sich der Verlauf 30 der magnetischen Induktion Bsz erreichen, so daß die resultierenden Analogsignale der z. B. als magneto-resistive Sensoren ausgebildeten Sensorelemente 24 bzw. 25 einen sinusoidalen Verlauf 37 aufweisen. Die Sinusfunktionen der beiden magneto-resistiven Sensorelemente 24 bzw. 25 sind dabei um einen elektrischen Winkel von 90° verschoben. Aus den den Signalverlauf repräsentierenden resultierenden Spannungen der Sensorelemente 24 bzw. 25 lassen sich analoge Signale errechnen, mit denen eine genaue Positionsbeschreibung der Winkellage des Rotors 14 innerhalb einer Polteilung 31 möglich ist.

[0031] Aus der Darstellung gemäß Fig. 3.2 geht ein vergrößert wiedergegebener Ausschnitt aus einem segmentweise magnetisierbaren Sensorring näher hervor.

[0032] Aus dieser Darstellung ist erkennbar, daß der magnetisierbare Sensorring 26 in Einzelsegmente 27 in einer Polteilung 31 unterteilt ist. Mit Bezugszeichen 36 ist der Verlauf der magnetischen Induktion gekennzeichnet, die sich in Winkellage der einzelnen Segmente 27 in Winkelstreckung leicht verzögert (vergleiche Lage der Nulldurchgänge 38 in Bezug auf Segmentbeginn) einstellt. Der Induktionsverlauf in den einzelnen Segmenten 27 des magnetisierbaren Sensorringes 26 bewirkt eine Wechselummagnetisierung an den beispielsweise als magneto-resistiven Sensorelementen ausgebildeten Sensorelementen 24 bzw. 25 (hier nicht dargestellt). Dadurch kommt es zu einem Induktionsvektorverlauf in die Zeichenebene hinein oder aus der Zeichenebene hinaus (vergleiche Darstellung gemäß Fig. 3.2).

[0033] Durch die Auslegung der axialen Aussparungen 35 in Abstimmung mit dem Magnetfeld der Sensorelemente kann der gewünschte Verlauf der magnetischen Induktion eingestellt werden, so daß die resultierenden Analogausgangssignale der magneto-resistiven Sensoren 24 bzw. 25 ebenfalls sinusoidalen Verlauf aufweisen. Aus den resultierenden Spannungen der als magneto-resistiven Sensorelemente beschaffenen Sensoren ist es möglich, zwei analoge Signale zu bestimmen mit denen eine genaue Positionsbeschreibung, d. h. eine genaue Erfassung der Winkellage des Rotors 14 innerhalb einer Polteilung möglich ist. Diese Signale können zur Ermittlung der elektronischen Kommutierung der elektrischen Drehfeldmaschine 1 herangezogen werden sowie der Einstellung einer Referenzkurve bei der Stromregelung zugrundegelegt werden.

[0034] In einer weiteren Ausführungsvariante der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Vorrichtung zur Erfassung der Drehlage eines Rotors einer elektrischen Drehfeldmaschine 1 können statt der eingesetzten magneto-resistiven Sensorelemente 24 bzw. 25 auch linear arbeitende Hall-Sensoren eingesetzt werden. Damit läßt sich die erfindungsgemäß vorgeschlagene Konfiguration auch mit Hall-Sensoren betreiben, bei denen ebenfalls zwei Sensorsignale "Sin" und "Cos" verwendet werden können.

[0035] Eine weitere Variation des Ausführungsbeispiels besteht darin, den magnetische Sensorring 26 in das Motorlager 19 des Rotorträgers 12 zu integrieren. Dabei ist der aus Kunststoff gefertigte Lageraußenring 21 als magnetisierbares Ringelement 26 ausgebildet, der an seiner Stirnseite eine periodisch wechselnde Magnetpolung aufweist. Die Sensorelemente 24, 25 sind der Stirnseite des Lageraußenrings 21 gegenüberliegend, auf dem Aufnahmeelement 23 drehfest angeordnet. Die Sensorelemente 24, 25 detektieren bei einer Verdrehung des Lageraußenrings 21 gegenüber des Aufnahmeelementes 23 den periodischen Wechsel der Magnetisie-

rungsrichtung an der Stirnseite des als magnetisierbares Ringelement 26 ausgebildeten Lageraußenrings 21. Alternativ kann auch der drehfeste Lagerinnenring 22 als magnetisierbares Ringelement 26 ausgebildet sein und die Sensorelemente 24, 25 entsprechend auf dem rotierenden Rotorträger 12 angeordnet sein.

[0036] Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die Ausführungsform eines Hohlwellenmotors beschränkt. Dem entsprechend kann das magnetisierbare Ringelement 26 sowohl am drehbaren Rotor, als auch am drehfesten Ständer und die gegenüberliegenden Sensorelemente 24, 25 entsprechend am drehfesten Ständer oder am drehbaren Rotor angeordnet sein. Entscheidend ist die lagernahe Anordnung der Sensorik bei einem solchen BLDC-Motor, der kein freies Wellenende aufweist.

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1 elektrische Drehfeldmaschine | |
| 2 Gehäuseverschlußteil | 20 |
| 3 Gehäuse | |
| 4 Abtrieb | |
| 5 Spindel | |
| 6 Lagerzapfen | |
| 7 Lagerkörper | 25 |
| 8 Spindelhülse | |
| 9 Axiallager | |
| 10 Radiallager | |
| 11 Radiallager | |
| 12 Rotorträger | 30 |
| 13 Gehäusehohlwelle | |
| 14 Rotor | |
| 15 Ständer | |
| 16 Wicklung | |
| 17 Wicklungsanschlüsse | 35 |
| 18 Motorluftspalt | |
| 19 Motorlager | |
| 20 Wälzkörper | |
| 21 Lageraußenring | |
| 22 Lagerinnenring | 40 |
| 23 Aufnahmeelement | |
| 24 Erstes Sensorelement | |
| 25 Zweites Sensorelement | |
| 26 Magnetisierbarer Sensorring | |
| 27 Magnetpol | 45 |
| 28 Abschirmring | |
| 29 Ferromagnetisches Jochelement | |
| 30 Magnetische Induktion | |
| 31 Polteilung | |
| 32 Winkelentfernung | 50 |
| 33 Induktionsverlauf | |
| 34 Jochteilung | |
| 35 Axiale Aussparung | |
| 35' Aussparung | |
| 36 Kurve | 55 |
| 37 Sinusoidaler Induktionsverlauf | |
| 38 Verschiebener Nulldurchgang | |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Drehlageerfassung an einer elektrischen Drehfeldmaschine (1), die elektronisch kommutierbar ist, mit einem einen Rotor (22) aufnehmenden Rotorträger (12) und einer innerhalb eines Gehäuses (3) drehfest angeordneten Ständerwicklung (15, 16), **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Rotorträger (12) ein magnetisierbares Ringelement (26) zugeordnet ist,

drehfest aufgenommene Sensorelemente (24, 25) vorgesehen sind, die den Verlauf der magnetischen Induktion (30 bzw. 33) erfassen und

aus der periodisch erfolgenden Ummagnetisierung des Sensorelementes (24 bzw. 25) um einen elektrischen Winkel verschobene Signalkurven (36) beider Sensorelemente (24 bzw. 25) generiert werden.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetisierbare Ringelement (26) axial magnetisiert wird und der Verlauf der magnetischen Induktion (30, 33) im Ringspalt zwischen demselben und den Sensorelementen (24, 25) sich periodisch mit rotatorischen Bewegungen der rotatorischen Bauteile (12, 26) ändert.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Verlauf der magnetischen Induktion (30, 33) sinusoidal ändert.

4. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Formgebung von Aussparungen (35) und die Wiederholabfolge der Aussparungen (35) im magnetisierbaren Ringelement (26) von den Sensorelementen (24, 25) generierte Analogsignale einen sinusoidalen Verlauf aufweisen.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus den den Signalverlauf präsentierenden Spannungen der Sensorelemente (24, 25) zwei Analogsignale generiert werden, die die exakte Bestimmung der Drehlage des Rotorträgers (12) der elektrischen Drehfeldmaschine (1) erlauben und die zur elektronischen Kommutierung der elektrischen Drehfeldmaschine (1) und/oder zur Positionserfassung eines durch die Drehfeldmaschine (1) zu verstellenden Teils herangezogen werden.

6. Vorrichtung zur Drehlageerfassung an einer elektrischen Drehfeldmaschine (1), die elektronisch kommutierbar ist, mit einem einen Rotor (22) aufnehmenden Rotorträger (12) und einer innerhalb eines Gehäuses (3) drehfest angeordneten Ständerwicklung (15, 16), dadurch gekennzeichnet, daß dem Rotorträger (12) ein mit diesem rotierendes, magnetisierbares Ringelement (26) zugeordnet ist, welches am Gehäuse (3) drehfest aufgenommen und um einander etwa gegenüberliegend aufgenommene Sensorelemente (24, 25) rotiert.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente (24, 25) als lineare Hall-Sensoren ausgebildet sind.

8. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetische Ringelement (26) als ein in Segmenten (27) magnetisierbarer Sensorring ausgebildet ist.

9. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente (24, 25) als magnetoresistive Sensoren ausgebildet sind.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente (24, 25) in einem einem Bruchteil einer Polteilung (31) des segmentierten Sensorringes (26) entsprechenden Winkellage (32) aufgenommen sind.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Polteilung (31) des segmentierten Sensorringes (26) der Jochteilung (34) ferromagnetischer Jochelemente (29) entspricht.

12. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem magnetisierbaren Ringelement (26) und dem Rotorträger (12) ein Abschirmring (28) aufgenommen ist, in welchem sich die magnetischen Linien des Streufeldes der elektrischen Drehfeldmaschine (1) konzentrieren.

13. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotorträger (12) mittels Lager (11, 19) geführt ist, und das magnetisierbare Ringelement (26) in unmittelbarer Nähe oder innerhalb eines dieser Lager (11, 19) angeordnet ist.

5

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Lager (11, 19) zur Dichtung einen Lageraußenring (21) und/oder einen Lagerinnenring (22) aufweist, der als magnetisierbares Ringelement (26) ausgebildet ist.

10

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1.1

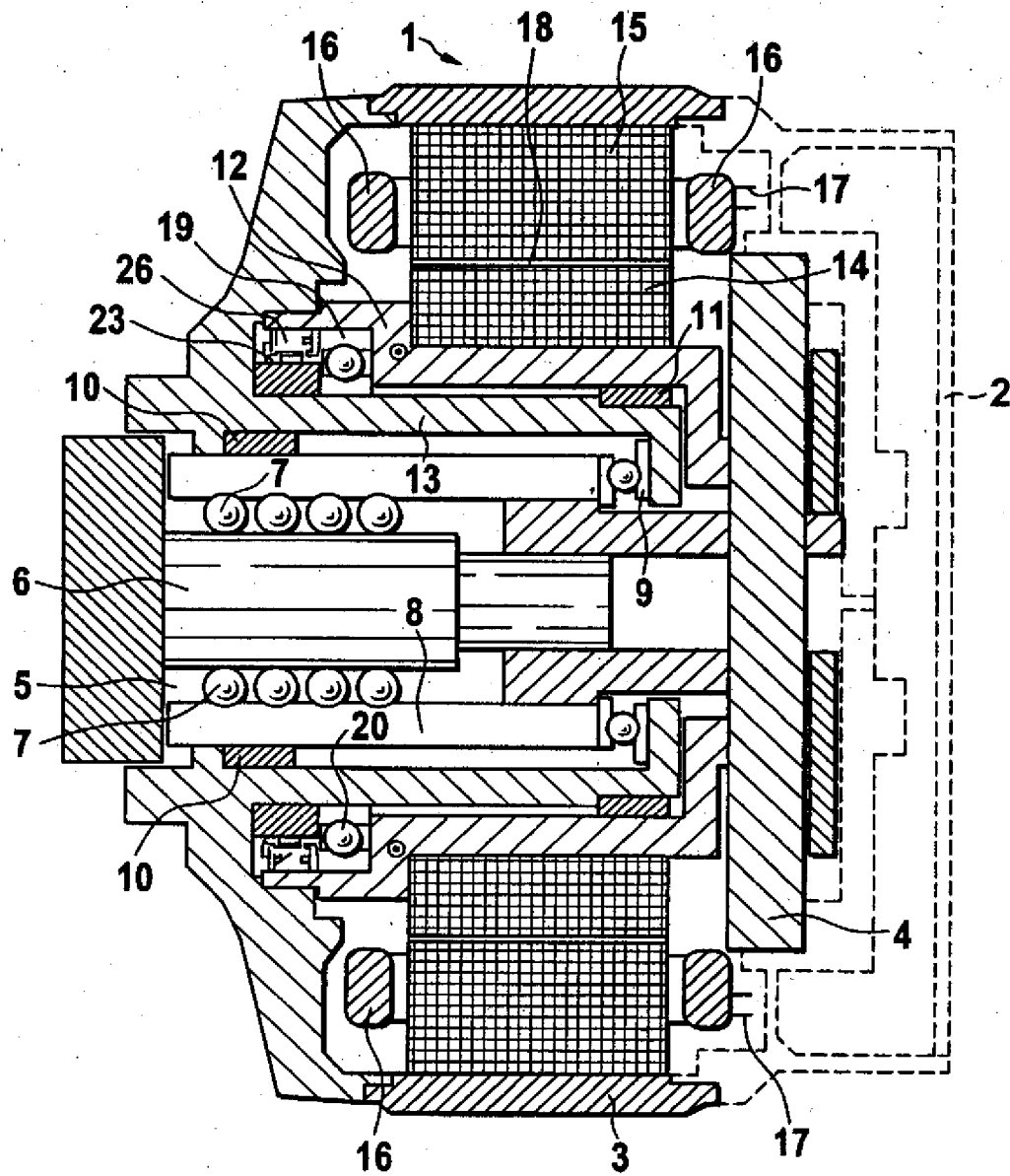


Fig. 1.2

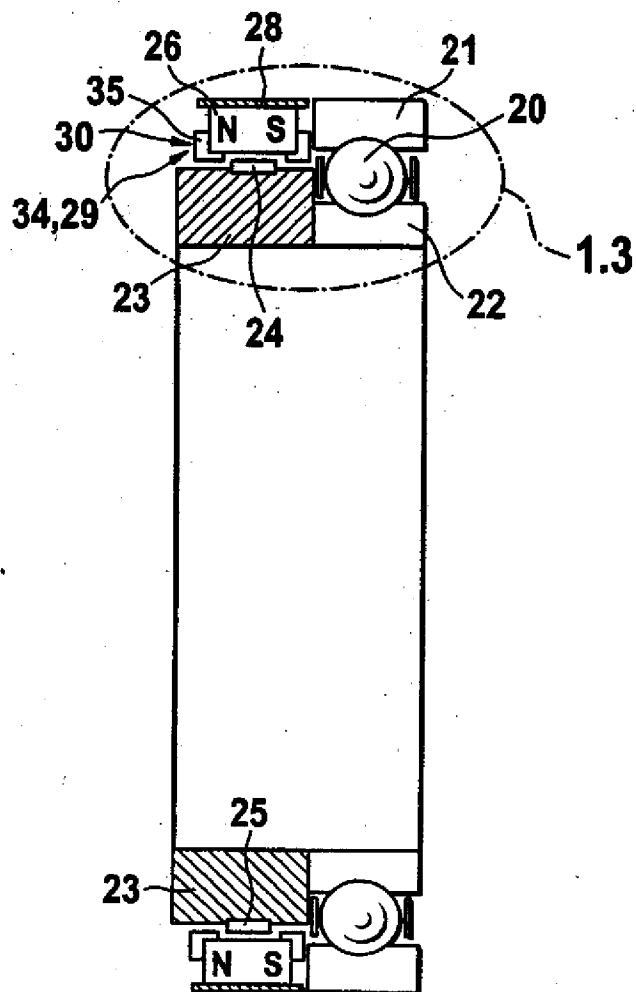


Fig. 1.3

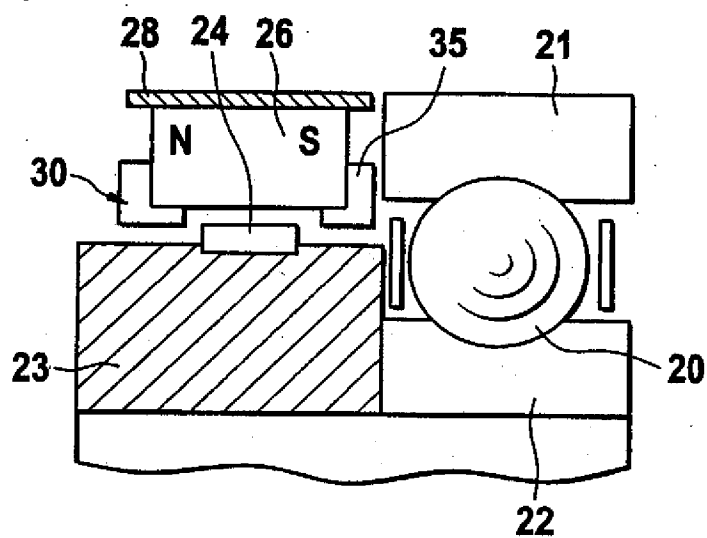


Fig. 2

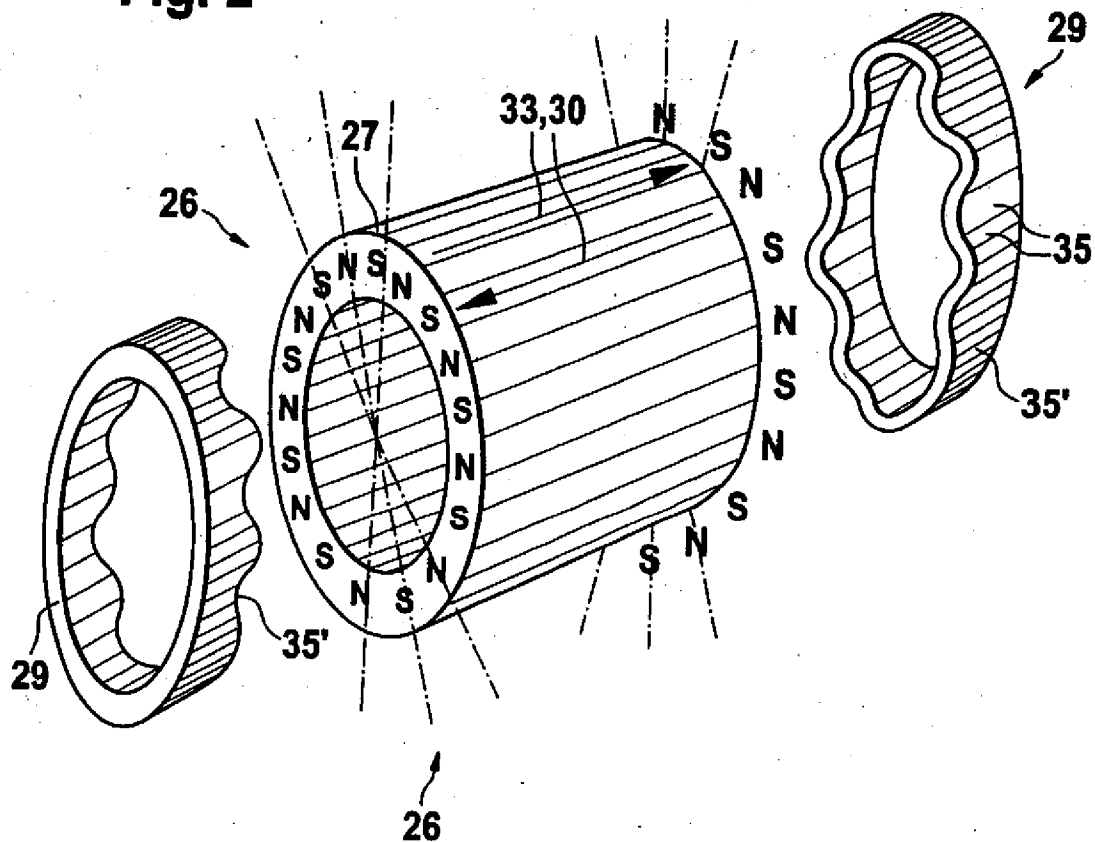


Fig. 3.1

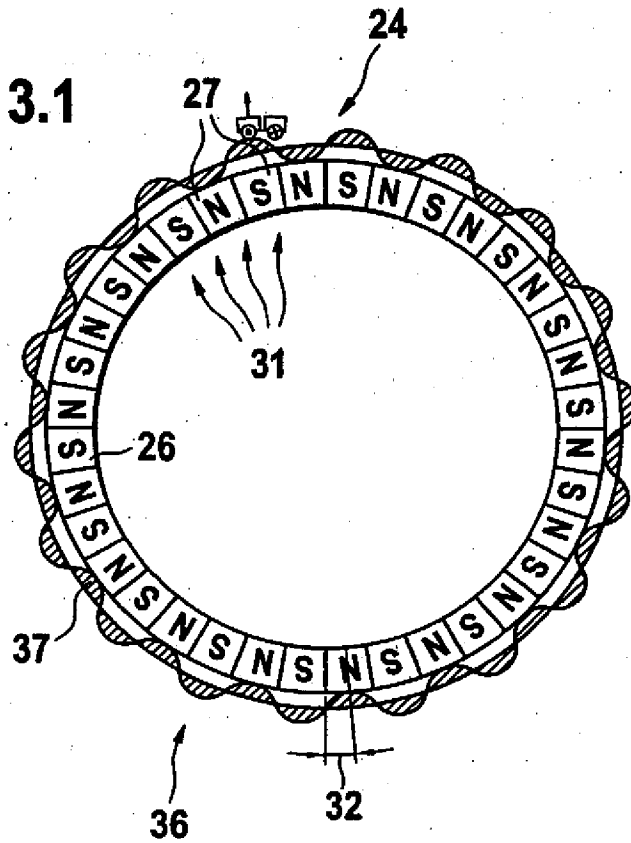


Fig. 3.2

